

Institut für Lebensmittelsicherheit und -hygiene
der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich

Direktor: Prof. Dr. Dr. h.c. Roger Stephan

**Untersuchungen zur mikrobiologischen Qualität von erhitzten
Lebensmitteln aus Bataillonsküchen der Schweizer Armee**

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der
Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich

vorgelegt von

Sibylle Hunziker

Tierärztin
von Staffelbach, Aargau

genehmigt auf Antrag von

Prof. Dr. Dr. h.c. Roger Stephan, Referent

2016

Inhalt

<u>Zusammenfassung</u>	4
<u>Summary</u>	6
<u>Einleitung</u>	7
<u>Material und Methoden</u>	9
<u>Ergebnisse und Diskussion</u>	12
<u>Schlussfolgerungen</u>	16
<u>References</u>	17
<u>Tabellen</u>	18
<u>Danksagung</u>	22
<u>Curriculum Vitae</u>	23

Untersuchungen zur mikrobiologischen Qualität von erhitzten Lebensmitteln aus Bataillonsküchen der Schweizer Armee

Sibylle Hunziker^{1,2}, Roger Stephan¹

¹Institut für Lebensmittelsicherheit und -hygiene, Vetsuisse-Fakultät

Universität Zürich, Winterthurerstrasse 272, CH-8057 Zürich, Schweiz

²Eidgenössisches Departement für Verteidigung,

Bevölkerungsschutz und Sport VBS, Schweizer Armee, Heer – Lehrverband

Logistik, Kompetenzzentrum Veterinärdienst und Armeetiere,

Kaserne Sand, CH-3000 Bern 22, Schweiz

*Address of corresponding author: Prof. Dr. Dr. h.c. Roger Stephan,

Institut für Lebensmittelsicherheit und -hygiene,

Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich, Winterthurerstrasse 272, CH-8057 Zürich,

Tel.: +41-44-635-8651; Fax: +41-44-635-8908

Accepted for publication in Journal of Food Safety and Food Quality

In fulfillment of the doctoral thesis of Sibylle Hunziker

Zusammenfassung

Das Lebensmittelhygienekonzept der Armee basiert grundsätzlich auf der zivilen Lebensmittelgesetzgebung. Im Gegensatz aber zu zivilen Gemeinschaftsverpflegungsküchen, wo mikrobiologische Produktuntersuchungen im Sinne einer Verifikation der Beherrschung von Prozessen gefordert werden, werden solche Untersuchungen in Armeeküchen nicht durchgeführt.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden daher im Sinne einer Bestandsaufnahme erhitzte Lebensmittel auf der Stufe von Bataillonsküchen untersucht, um damit die korrekte Durchführung, der in Reglementen festgehaltenen Prozesse zu kontrollieren und folglich zu verifizieren oder wo nötig, korrigierend einzugreifen und Küchenmannschaften auszubilden.

In den Monaten September und Oktober 2015 wurden 10 Bataillone mit insgesamt 35 Küchen an 36 verschiedenen Standorten während jeweils einer Woche beprobt. Insgesamt wurden 480 Lebensmittelproben erhoben. Die Proben wurden kulturell-mikrobiologisch auf die Parameter aerobe mesophile Gesamtkeimzahl, Enterobacteriaceae, *B. cereus*, Koagulase positive Staphylokokken und *C. perfringens* untersucht.

Die mikrobiologischen Ergebnisse der untersuchten Proben weisen auf eine gute mikrobiologische Qualität der in Bataillonsküchen produzierten erhitzten Lebensmittel hin. Dennoch zeigten einzelne Küchen und vor allem einzelne Produkte wie beispielsweise Kartoffelstock (*B. cereus*) mehrfach schlechtere Ergebnisse. Vor dem Hintergrund eines risikobasierten Kontrollansatzes ist es wichtig, solche systematischen Auffälligkeiten zu kennen.

Der quantitative Nachweis von *B. cereus* bei 5% der 480 erhitzten Proben unterstreicht zudem die Bedeutung einer möglichst raschen Abkühlung von vorproduzierten, erhitzten Lebensmitteln und einer anschliessend adäquaten Kühlagerung oder das genügend hohe Heißhalten ($\geq 65^{\circ}\text{C}$) von erhitzten Produkten vor Essensausgabe, um eine Vermehrung von *B.*

cereus verhindern zu können. Diese Studie zeigt den Nutzen solcher mikrobiologischer Kontrollen. Folglich ist eine risikobasierte Implementierung von Produktuntersuchungen im Rahmen der Selbstkontrolle der Armeeküchen in der Schweiz anzustreben.

Schlüsselwörter: erhitzte Lebensmittel, Mikrobiologie, *B. cereus*, Clostridien, *S. aureus*, Enterobacteriaceae

Summary

In this study heated food was collected in kitchens on battalion's level to verify whether the kitchen teams comply with the accurate procedures written in the regulations. Based on these baseline data it would be possible to take corrective actions where necessary and to educate the kitchen team.

In the months of September and October 2015 ten battalions with a total of 35 kitchens at 36 different locations were sampled over a period of one week. The samples (n=480) were analyzed with cultural standard methods for the parameters: total aerobic mesophilic viable counts, Enterobacteriaceae, *B. cereus*, coagulase positive Staphylococci and *C. perfringens*.

In general, the results suggest a good microbiological quality of heated food produced in these kitchens. However, some kitchens and some products, for example mashed potatoes (*B. cereus*), showed striking results. Such data are important for building up a risk-based microbiological monitoring system. Moreover, the detection of *B. cereus* in 5% of the 480 heated food samples highlights the importance of cooling the pre-produced heated food as fast as possible and to keep it refrigerated. Otherwise, the heated products have to be stored before serving at enough high temperature ($\geq 65^{\circ}\text{C}$) to prevent multiplication of *B. cereus*. This study points a benefit out of such microbiological examinations. Therefore, a risk-based implementation of product examinations within the self-control system of the Swiss army kitchens should be pursued.

Keywords: heated food, microbiology, *B. cereus*, *C. perfringens*, *S. aureus*, Enterobacteriaceae

Einleitung

Das Lebensmittelhygienekonzept der Armee, welches in verschiedenen Reglementen verankert ist, basiert grundsätzlich auf der zivilen Lebensmittelgesetzgebung (Anonymous, 1992). Dabei stützt sich das gesamte Konzept auf drei Hauptpfeiler: Ausbildung, Umsetzen der Good Hygiene Practice-Grundsätze und die Selbstkontrolle.

Zum einen existiert das Reglement „Kochrezepte“, in dem die Menüs, die Menükomponenten und die genaue Durchführung der Prozesse definiert sind. Dies ist eine wichtige Grundlage, um die Prozesse zu standardisieren und so sichernd im Sinne der Prozesssteuerung eingreifen zu können. Zum anderen werden im Rahmen der Selbstkontrolle verschiedenste relevante Teilaspekte kontrolliert und dokumentiert. Dazu gehören die Eingangskontrolle der Rohmaterialien und zugekaufter genussfertiger Lebensmittel, die Kontrolle der Lagerung, die Temperaturüberwachung der kritischen Infrastruktur, die Kontrolle relevanter Prozessparameter, der Verpflegungsplan und eine Kontrolle der durchgeführten Reinigung und Desinfektion. Ein weiterer Aspekt sind Inspektionen, also die Kontrolle der Selbstkontrolle, die von verschiedenen Ebenen her durchgeführt werden. Hierfür verantwortlich sind die Quartiermeister der Bataillone, das Lebensmittelinspektorat der Armee und dort, wo es sich um ortsfeste Küchen handelt, auch die zivile Lebensmittelkontrolle über die Lebensmittelinspektorate der Kantone. Hierzu existiert ein Formular „Hygienekontrolle“, auf dem die wichtigsten Feststellungen im Sinne einer Konformitätsüberprüfung der Auflistung von Abweichungen protokolliert werden können und das ganze System der Planung und Beschaffung, über die Lagerung und Produktion, bis zu Verteilung und Rückschub überprüft.

Im Gegensatz aber zu zivilen Gemeinschaftsverpflegungsküchen, wo mikrobiologische Produktuntersuchungen im Sinne einer Verifikation der Beherrschung von Prozessen gefordert werden, fehlen solche Untersuchungen in Armeeküchen. Mikrobiologische

Untersuchungen von erhitzten Lebensmitteln geben aber zum Beispiel relevante Hinweise in Bezug auf Erhitzungsprozesse und der anschliessenden Aufbewahrung respektive Lagerung, wie auch in Bezug auf Rekontaminationsmöglichkeiten, also den hygienischen Umgang mit solchen Produkten.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden daher im Sinne einer Bestandsaufnahme erhitzte Lebensmittel auf der Stufe von Bataillonsküchen untersucht, um damit die korrekte Durchführung der in den Reglementen festgehaltenen Prozesse zu kontrollieren und folglich zu verifizieren oder wo nötig, korrigierend einzugreifen und Küchenmannschaften auszubilden.

Material und Methoden

Probenerhebung

In den Monaten September und Oktober 2015 wurden während 6 Wochen 10 Bataillone mit insgesamt 35 Küchen an 36 verschiedenen Standorten beprobt. Die Studie fand truppenübergreifend im Raum Nordwestschweiz, Bern-Solothurn, Zentralschweiz und Zürich statt.

Nach vorangegangener Kontaktaufnahme und Abklärung mit dem Quartiermeister und den Kompaniekommandanten wurde die Küchenmannschaft montags instruiert, welche und wie sie die Lebensmittelproben während einer Woche zu nehmen haben. So sollte von jeder erhitzten Speise respektive von jeder Menükomponente nach dem Erhitzungsprozess eine Probe erhoben werden. Der Zeitpunkt der Probenahme variierte zwischen Ende des Kochprozesses bis Ausgabe an der Fassstrasse oder auf dem Feld. Ebenfalls sollten Proben von Teekonzentrat und des jeweils daraus zubereiteten Tees entnommen werden. Der Küche wurden sterile Beutel, Plastikbehälter und steriles Probennahmematerial zur Verfügung gestellt. Die Probe wurde mit dem Produkt, sowie Datum und Zeit der Entnahme beschriftet und im Kühlschrank bei maximal 5°C aufbewahrt. Zusätzlich hatte der Küchenchef eine Liste auszufüllen, welche die Dokumentation der Prozessdaten sicherstellte. Für jede Probe wurden Datum, Tageszeit, Produkt, Regeneration, Kochart, Kochtemperatur, Kochzeit, Lenkungspunkte, Auftragszeit, Zeit Essensausgabe, Zeit Probenahme und Kühltemperatur dokumentiert. Die gesammelten Proben wurden immer morgens an den Tagen Mittwoch und Freitag abgeholt, ohne Unterbrechung der Kühlkette ans Institut für Lebensmittelsicherheit und -hygiene in Zürich gebracht und mit einer eindeutig identifizierbaren Probennummer versehen.

Gleichzeitig mit der Instruktion der Küchenmannschaft wurde jeweils eine kurze Bestandsaufnahme der Küchensituation (Lokalisation, Ausstattung, Küchenmannschaft, etc.) durchgeführt.

Mikrobiologische Untersuchung der Lebensmittelproben

Die Proben wurden kulturell-mikrobiologisch auf die Parameter aerobe mesophile Gesamtkeimzahl (ISO 4833-1:2013), Enterobacteriaceae (ISO 21528-2:2004), *B. cereus* (ISO 7932:2004), Koagulase positive Staphylokokken (ISO 6888-2:1999), und *C. perfringens* (§64 LFGB, L 06.00-39:1994) untersucht.

Der Nachweis der aeroben mesophilen Gesamtkeimzahl (PC-Agar; Oxoid AG, Pratteln, Switzerland), der Enterobacteriaceae (VRBG-Agar; Oxoid AG, Pratteln, Switzerland), von *B. cereus* (Mossel-Agar; Becton Dickinson AG, Allschwil, Switzerland) und der Koagulase positive Staphylokokken (RPF-Agar, Oxoid AG, Pratteln, Switzerland) erfolgte mittels Spatelverfahren und einer Nachweisgrenze von 100 KBE/g bzw 100 KBE/ml. Der Nachweis von *C. perfringens* erfolgte mittels Gussplattentechnik (TSC-Agar; Becton Dickinson AG, Allschwil, Switzerland) und einer Nachweisgrenze von 10 KBE/g bzw 1 KBE/ml.

Die Ergebnisse wurden für die Produktkategorie „Hitzebehandelte, kalt oder aufgewärmt genussfertige Lebensmittel“ nach Anhang 2 der Hygieneverordnung des EDI (HyV) (Anonymous, 2005) bewertet. Für die Bewertung und Beurteilung von auffälligen Ergebnissen wurden mögliche Risikofaktoren wie Küchenstandort, Produkt und Produktgruppe, regenerierte Speisen, Kochtemperatur, -zeit und -art sowie Zeitpunkt der Probeentnahme herangezogen.

Weitergehende Stammcharakterisierung

Von jeder Lebensmittelprobe, bei der präsumptiv *B. cereus* Kolonien oder Koagulase positive Staphylokokken nachgewiesen wurde, wurde jeweils eine präsumptive Staphylokokken Staphylokokken auf Schafblutagar (Difco™ Columbia Blood Agar Base EH, Becton Dickinson AG, Allschwil, Switzerland; 5 % Schafblut SB055, Oxoid AG, Pratteln, Switzerland) subkultiviert.

Präsumptive *B. cereus* Isolate wurden mittels PCR (Ehling-Schulz et al., 2006) auf das Vorkommen der Toxingene *nhe* (nicht hämolytisches Enterotoxin), *hbl* (hämolytisches Toxin), *cytK* (cytolytisches Enterotoxin) und *ces* (Cereulide Synthetase Gen) getestet.

Koagulase positive Staphylokokken wurden mittels DNA Chip (Genotyping Kit 2.0; Alere, Jena, Deutschland) gemäß Herstellerangaben weitergehend charakterisiert. Das Arrayprofil wurde auf einem ArrayMate Reader (Alere, Jena, Deutschland) ausgelesen.

Ergebnisse und Diskussion

Küchensituation

Die Bataillonsküchen waren Teil einer Zivilschutzanlage oder in eine Schulanlage respektive Mehrzweckhalle integriert und wurden damit von der Gemeinde unterhalten. Dabei stellten sich für die Küchenmannschaft mancherorts Probleme wie unsaubere bis verschimmelte Gerätschaften und zu kleine oder unvollständig ausgerüstete Küchen. Auch bei rekognoszierten Standorten und entsprechend erkannten Platzproblemen konnte vereinzelt keine Ausweichmöglichkeit gefunden werden. In gewissen Kompanien waren zu wenige Truppenköche verfügbar und andere hatten eine Küche zu betreiben, ohne dass im laufenden Wiederholungskurs ein Küchenchef eingeteilt war und somit ein Truppenkoch diese Aufgabe übernehmen musste.

Erhobene Lebensmittelproben

Insgesamt wurden 480 Lebensmittelproben erhoben. Die Anzahl variierte zwischen den einzelnen Küchenstandorten zwischen 2 und 24 Proben pro Woche.

Die Proben wurden nach der Vorlage des Reglements „Kochrezepte“ in die Produktgruppen Tee, Suppen, Saucen, Fleischgerichte (Fleisch und Geflügel), Fischgerichte, Stärkebeilagen (Teigwaren, Kartoffeln, Reis und andere Stärkebeilagen), Käseprodukte, Gemüse und Süssspeisen aufgegliedert. Über die Hälfte der 480 Lebensmittelproben waren in den Kategorien Fleisch, Teigwaren und Gemüse vertreten (Tabelle 1).

193 Speisen oder Menükomponenten wurden im Kipper, Kochkessel oder in der Pfanne gekocht, 56 gesotten, 12 gedünstet, 10 geschmort, 8 gebrüht oder blanchiert und 6 gedämpft oder gegart. 63 Lebensmittel wurden im Bratkipper, in der Bratpfanne oder auf dem Grill

gebraten oder sautiert, 40 im Ofen gebacken und 27 im Steamer erhitzt. 20 Lebensmittel wurden mehreren Verfahren unterzogen und für 45 Proben fehlten die Angaben.

Die angewandten Kochtemperaturen schwankten von 74 bis 250°C, wobei bei 32 Proben keine Angaben zur Erhitzung gemacht wurden.

Der Zeitpunkt der Probeentnahme erfolgte bei über 70% der Lebensmittel noch in der Küche, also direkt nach dem Erhitzungsprozess oder spätestens zu Beginn der Essensausgabe. Bei rund 25% der Produkte wurde die Probe erst an der Fassstrasse nach Beginn der Essensausgabe oder nach Rückschub in die Küche gezogen. Davon wurden vier während der Feldverpflegung und fünf Proben nach Rücktransport vom Feld entnommen. Bei den restlichen Proben fehlten die Angaben zum Probeentnahmezeitpunkt.

Mikrobiologische Ergebnisse

Gesamtkeimzahl

Die aeroben mesophilen Gesamtkeimzahlen aller Proben lagen unterhalb des in der Hygieneverordnung für „hitzebehandelte, kalt oder aufgewärmt genussfertige Lebensmittel“ definierten Toleranzwertes von 10^6 KBE/g.

Die Gesamtkeimzahlen von 3 Produkten (Tee, Lasagne, Schweinsschnitzel) lagen zwischen 10^5 KBE/g und 10^6 KBE/g, jene von 6 Produkten (Spaghetti Carbonara, Tomatenrisotto, Kartoffelstock, Schweinsbraten, Hörnli, Kartoffelsalat) zwischen 10^4 KBE/g und 10^5 KBE/g (Tabelle 2). Bei diesen 9 Proben bestand jedoch kein Zusammenhang in Produktionsort oder -art. Die Gesamtkeimzahlen von weiteren 54 Proben lagen zwischen 10^3 KBE/g und 10^4 KBE/g. Davon stammte fast die Hälfte (43%) aus der Gruppe Kartoffeln und davon waren 83% Kartoffelstock. Ebenfalls häufiger vertreten waren Reis, diverse Zubereitungsarten von Schweinefleisch, Gemüse und Teigwaren. Alle diese 63 Lebensmittelproben mit erhöhten

Keimzahlen stammten aus 31 verschiedenen Kompanieküchen, wobei pro Standort höchstens fünf Produkte erhöhte Werte erzielten.

Bei über der Hälfte der Lebensmittelproben mit Gesamtkeimzahlen über 10^3 KBE/g bestand die Keimflora mehrheitlich aus *Bacillus* spp., bei knapp einem Drittel überwiegend aus Grampositiven Kokken. Die Gesamtkeimzahl der Probe mit der höchsten Gesamtkeimzahl (Tee) setzte sich überwiegend aus Gramnegativen Stäbchen zusammen.

B. cereus

Bei 23 (5%) der 480 erhobenen Proben wurde quantitativ *B. cereus* nachgewiesen. Diese Produkte gehörten überwiegend zur Produktgruppe „pflanzlichen Produkte“ oder „gewürzte Menükomponenten“. Bei fast der Hälfte (45%) aller Kartoffelstockproben konnte *B. cereus* nachgewiesen werden. Auffallend waren zudem einzelne Produkte aus den Kategorien Tee und Teigwaren, bei denen ebenfalls *B. cereus* nachgewiesen wurden (Tabelle 3). Bei 0,4% aller Lebensmittelproben lagen die Keimzahlen über dem in der Hygieneverordnung für „hitzebehandelte, kalt oder aufgewärmt genussfertige Lebensmittel“ definierten Toleranzwert von 10^3 KBE/g. Bei diesen Produkten handelte es sich um Reis und Tomaten. Die Keimzahlen der weiteren 21 *B. cereus* positiven Proben lagen alle unter 10^3 KBE/g (Tabelle 3). Die weitergehende Charakterisierung der Isolate zeigte, dass es sich bei allen Isolaten um den Diarrhoetyp von *B. cereus* handelte (Tabelle 3).

Sulfitreduzierende Clostridien

Sulfitreduzierende Clostridien wurden bei 0,6% aller Lebensmittelproben nachgewiesen. Bei den drei Proben handelte es sich um pflanzliche Produkte wie Karotten, Kartoffelstock und Tee mit Keimzahlen von 10 KBE/g respektive 1 KBE/ml bei der Teeprobe. Zwei der drei Proben stammten aus derselben Küche.

Enterobacteriaceae und Koagulase positive Staphylokokken

Enterobacteriaceae und Koagulase positive Staphylokokken wurden bei 6 Lebensmittelproben quantitativ nachgewiesen.

Die vier Enterobacteriaceae positiven Proben kamen aus vier verschiedenen Küchen. Bei den Proben handelte es sich um die Produkte Tee (2x), Schweinsschnitzel und Blumenkohl. Die Keimzahlen der Produkte sind in Tabelle 4 dargestellt. Bei drei der vier Produkten lagen die Keimzahlen über dem in der Hygieneverordnung für „hitzebehandelte, kalt oder aufgewärmt genussfertige Lebensmittel“ definierten Toleranzwert von 10^2 KBE/g.

Alle vier Beprobungen fanden erst nach Beginn der Essensausgabe (5 Minuten bis 3.5 Stunden) statt. Damit ergibt sich hier die Möglichkeit einer Rekontamination während der Essensausgabe und einer Vermehrung über die Warmhaltezeit hinweg.

Bei zwei Proben wurden je 100 KBE/g Koagulase positive Staphylokokken nachgewiesen.

Bei den Proben handelte es sich um die Produkte Karotten und Toast Hawaii (Käse und Ananas). Die Proben stammten aus verschiedenen Küchen und wurden beide vor Essensausgabe entnommen. Je ein Isolat pro Probe wurden weitergehend typisiert. Beide Isolate wurden als *S. aureus* des klonalen Komplex CC59 identifiziert. Bei beiden Stämmen handelte es sich um Enterotoxinbildner (SEB, SEK und SEQ). Wattinger et al. (2012) haben in einer kürzlich publizierten Studie *S. aureus* Stämme des klonalen Komplex CC59 bei gesunden kolonisierten Menschen (Nasentupferproben) gefunden. Damit ist auch in unserer Studie davon auszugehen, dass die erhitzten Produkte durch kolonisiertes Küchenpersonal rekontaminiert wurden.

Schlussfolgerungen

Die mikrobiologischen Ergebnisse der erhobenen Proben weisen auf eine gute mikrobiologische Qualität der in Bataillonsküchen produzierten Lebensmittel hin. Dennoch zeigten einzelne Küchen und vor allem einzelne Produkte wie beispielsweise Kartoffelstock (*B. cereus*) mehrfach schlechtere Ergebnisse. Vor dem Hintergrund eines risikobasierten Kontrollansatzes ist es wichtig, solche Auffälligkeiten zu kennen.

Der quantitative Nachweis von *B. cereus* bei 5% der 480 erhitzten Proben unterstreicht zudem die Bedeutung einer möglichst raschen Abkühlung von vorproduzierten, erhitzten Lebensmitteln und einer anschliessend adäquaten Kühlagerung oder das genügend hohe Heißhalten ($\geq 65^{\circ}\text{C}$) von erhitzten Produkten vor Essensausgabe, um eine Vermehrung von *B. cereus* verhindern zu können. Diese Interventionsmassnahmen müssen von der Bedeutung her in Ausbildungskonzepte und Unterlagen und auch immer wieder in die Schulung von Küchenmannschaften einfließen.

Diese Studie zeigt den Nutzen solcher mikrobiologischer Kontrollen. Folglich ist eine risikobasierte Implementierung von Produktuntersuchungen im Rahmen der Selbstkontrolle der Armeeküchen in der Schweiz anzustreben.

References

- Anonymous (1992): Bundesgesetz über Lebensmittel und Gebrauchsgegenstände (Lebensmittelgesetz, LMG), Eidgenössische Departement des Innern. <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19920257/index.html>
- Anonymous (2005): Hygieneverordnung des EDI (HyV), Eidgenössische Departement des Innern. <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20050160/index.html>
- Ehling-Schulz M, Guinebretiere MH, Monthán A, Berge O, Fricker M, Svensson B (2006): Toxin gene profiling of enterotoxic and emetic *Bacillus cereus*. FEMS Microbiol Lett 260:232-240.
- Wattinger L, Stephan R, Layer F, Johler S (2012): Comparison of *Staphylococcus aureus* isolates associated with food intoxication with isolates from human nasal carriers and human infections. Eur J Clin Microbiol Infect Dis 31: 455–464.

Tabellen

Tabelle 1: Verteilung der 480 erhobenen Lebensmittelproben auf verschiedene Produktgruppen

Produktgruppe	Beispiele	Anzahl Proben
Fleisch	Rindshackfleisch Schweinebraten	106 (22%)
Teigwaren	Penne Äplermakkaronen	80 (17%)
Gemüse	Karotten Tomaten	71 (15%)
Kartoffeln	Kartoffelstock Rösti	55 (11%)
Saucen	Zwiebelsauce Carbonara-Sauce	50 (10%)
Reis	Trockenreis Risotto	34 (7%)
Tee	Tee Teekonzentrat	26 (5%)
Geflügel	Pouletcurry Trutenbrust	22 (5%)
andere Stärkebeilagen	Gnocchi Polenta	22 (4%)
Käseprodukte	Käseschnitte Toast Hawaii	4 (1%)
Suppen	Pot-au-feu Bouillon	4 (1%)
Fisch	Thonsauce	3 (1%)
Süssspeisen	Gebrannte Creme	3 (1%)

Tabelle 2: Anzahl Proben pro Produktgruppe in den jeweiligen Gesamtkeimzahlbereichen

Keimzahlbereiche	Produktgruppen					
	Fleisch- gerichte (n=128)	Stärke- beilagen (n=191)	Gemüse (n=71)	Saucen (n=50)	Tee* (n=26)	Übrige (n=14)
< log2 KBE/g	64 (50%)	88 (46%)	33 (46%)	25 (50%)	17 (65%)	9 (64%)
log2-log3 KBE/g	53 (41%)	61 (32%)	31 (44%)	23 (46%)	8 (31%)	5 (36%)
log3-log4 KBE/g	9 (7%)	36 (19%)	7 (10%)	2 (4%)	0 (0%)	0 (0%)
log4-log5 KBE/g	1 (1%)	5 (3%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
log5-log6 KBE/g	1 (1%)	1 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (4%)	0 (0%)
> log6 KBE/g	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

* Angaben in KBE/ml

Tabelle 3: Produkte mit *B. cereus* Keimzahlen > log2 KBE/g bzw. > log2 KBE/ml und Toxingenemuster der jeweiligen Isolate

Stamm	Produkt	<i>B. cereus</i>	Toxingene			
			<i>nhe</i>	<i>hbl</i>	<i>cytK</i>	<i>ces</i>
10	Kartoffelstock	100 KBE/g	-	-	+	-
29	Kartoffelstock	300 KBE/g	-	-	+	-
35	Kartoffelstock	100 KBE/g	-	-	+	-
73	Kartoffelstock	100 KBE/g	-	-	+	-
74	Hackfleisch	800 KBE/g	+	-	+	-
77	Blumenkohl	700 KBE/g	+	-	-	-
78	Reis	3500 KBE/g	+	-	+	-
79	Tee	80 KBE/ml	+	-	+	-
90	Pouletbrust	300 KBE/g	+	-	+	-
91	Tomaten	1500 KBE/g	-	-	+	-
94	Weissweinrisotto	300 KBE/g	+	-	-	-
95	Äplermakkaronen	100 KBE/g	+	-	-	-
106	Kartoffelstock	600 KBE/g	-	-	+	-
183	Schweinsbratwurst	200 KBE/g	+	-	+	-
240	Kartoffelstock	200 KBE/g	-	-	+	-
246	Kartoffelstock	200 KBE/g	-	-	+	-
429	Kartoffelstock	600 KBE/g	+	-	-	-
434	Teigwaren	400 KBE/g	+	-	-	-
448	Schweinsbraten	100 KBE/g	+	-	+	-
462	Früchtetee	20 KBE/ml	+	-	-	-
465	Tee	200 KBE/ml	+	-	-	-
466	Kirschtee	30 KBE/ml	+	-	-	-
480	Kartoffelstock	100 KBE/g	-	-	+	-

nhe: Nicht hämolytisches Enterotoxin (Infektionserreger)

hbl: Hämolytisches Toxin (Infektionserreger)

cytK: Cytolytisches Enterotoxin (Infektionserreger)

ces: Cereulide Synthetase Gen (Intoxikationserreger)

Tabelle 4: Produkte bei denen Enterobacteriaceae mit Keimzahlen $> \log_2$ KBE/g bzw. $> \log_2$ KBE/ml nachgewiesen wurden und Identifizierungsergebnis der Enterobacteriaceae

Produkt	Gesamtkeimzahl	Enterobacteriaceae	Keimidentifizierung
Tee	550000 KBE/ml	450000 KBE/ml	<i>Enterobacter cloacae</i>
Schweins- schnittel	252000 KBE/g	1600 KBE/g	<i>Rahnella aquatilis</i>
Blumenkohl	800 KBE/g	300 KBE/g	<i>Rahnella aquatilis</i>
Tee	360 KBE/ml	50 KBE/ml	<i>Rahnella aquatilis</i>

Danksagung

Ich bedanke mich bei allen Quartiermeistern, Fourieren, Küchenchefs und Truppenköchen, aber auch den Bataillons- und Kompaniekommandanten für die Mitarbeit und Unterstützung. Dieses Projekt wurde teilfinanziert von der Schweizer Armee, der LBA-Sanität und dem Veterinärdienst der Armee unter der Leitung von Divisionär Andreas Stettbacher und Oberst Stéphane Montavon, sowie dem Kompetenzzentrum Veterinärdienst und Armeetiere unter dem Kommandanten Oberst Jürg Liechti und dem Chef Veterinärdienst des Kompetenzzentrums Major Ralph Lutz. Besonders unterstützt hat mich Major Thomas Kalbermatter, Leiter Lebensmittelsicherheit und Seuchenbekämpfung, bei der Initiierung und Koordination der Arbeit.

Mein spezieller Dank geht an:

Prof. Dr. Dr. h.c. Roger Stephan, Institut für Lebensmittelsicherheit und -hygiene, Vetsuisse Fakultät der Universität Zürich, für die Ermöglichung der Arbeit und der jederzeit gewährten freundlichen und hervorragenden Unterstützung.

Das ganze ILS Team für die nette Betreuung und die gute Zeit.

Meine Eltern, Maya und Raymond Hunziker, für den Beistand und die Stärkung während meiner veterinärmedizinischen und militärischen Laufbahn.

Roman.